

O Gerenciamento da Otimização das Condições de Usinagem em Célula Flexível - Uma Ferramenta para a Manufatura Enxuta

Autores

Jose Nivaldo Favaro

Orientador

Nivaldo Lemos Coppini

1. Introdução

A competitividade globalizada, seu nível de complexidade, necessidades de especializações tecnológicas e constantes mudanças das exigências e expectativas dos clientes levam as empresas, reverem os sistemas tradicionais de produção e buscar modelos estruturados e flexíveis. Este cenário garante resultados significativos dos indicadores críticos de competitividade e proporciona ferramentas para a melhoria contínua. A Manufatura Celular em ambiente Enxuto (Lean), com base na ferramenta Just-In-Time (JIT), é um modelo com grande diferencial competitivo utilizado pelas empresas para se tornarem flexíveis e ágeis no atendimento às necessidades dos clientes, ampliando a variedade de produto, reduzindo os lotes de peças, estoques, custos, não conformidades e consolidando a ampliação da inovação, mercado e a sua competitividade. Nas condições operacionais de usinagem está uma real oportunidade de melhoria em desempenho, custos e agregação de valor ao produto, através das otimizações das operações em Máquinas – Ferramenta CNC, restrição do processo. As empresas Japonesas, através da manufatura enxuta (Lean), conseguiram nas últimas décadas excelente competitividade no mercado globalizado.

A produção era em escala, com investimentos impulsionando a produtividade, produção bem focada, com mix de produtos restrito, de ciclo de vida longo e em grandes lotes.

Reduziram seus custos, com mix de produtos amplos, para um segmento de mercado maior, com mais freqüência de fornecimento em pequenos lotes, promovendo sofisticação tecnológica, ciclos de vida mais curtos, com competitividade de inovação. (FLEURY,1995), CITA “EM 1984, HAYES E WHEELWRIGHT MENCIONARAM A EXISTÊNCIA DE CINCO FORMAS DE COMPETIÇÃO NO MERCADO, PREÇO, QUALIDADE, PERFORMANCE DE ENTREGAS E PRAZO, FLEXIBILIDADE E INOVAÇÃO. AS FÁBRICAS JAPONESAS SE TORNARAM FLEXÍVEIS, SEGUNDO A FILOSOFIA JUST IN TIME, (JIT), PRODUZINDO NO SISTEMA MAKE TO ORDER”.

A Lean Production, CUJA FERRAMENTA PRINCIPAL é O SISTEMA JUST IN TIME (JIT) E, CUJOS OBJETIVOS PRINCIPAIS SÃO AS REDUÇÕES DE LEAD TIMES, CUSTOS, INVENTÁRIOS E MELHORIA SIGNIFICATIVA DA QUALIDADE, SE ESTABELECE. (MIYAKE, 2005).

YUSUF E ADELEYE, (2002), CITAM, “COMO UMA MELHORIA, A FIM DE REDUZIR O CUSTO DE PRODUÇÃO E CONSEGUIR PRODUTOS DE QUALIDADE ELEVADA DO PROCESSO DA FLEXIBILIDADE EM UMA VARIEDADE MAIOR; A PRODUÇÃO ENXUTA FOI DESENVOLVIDA.

O sistema flexível de produção JIT foi incorporado no Sistema Toyota de Produção (TPS). WU (2003), “Enfrentando a intensa competição mundial em relação aos custos altos de operação, e dos problemas operacionais crescentes, muitas empresas de manufatura em torno do mundo, fizeram esforços tremendos para compreender as práticas da manufatura enxuta”.

IMAI (2005), gestão do sistema de produção enxuto, como melhoria da competitividade, três pilares básicos: Total Quality Management (TQM); Total Productive Maintenance (TPM); Just In Time (JIT) - Células de Manufatura Flexível.

A Teoria das Restrições – TOC, iniciou-se com o Dr. Eliyahu M. Goldratt em 1984, publicação da primeira edição do livro a META.

GOLDRATT, (2004) “O TEMPO DE CICLO DA PRODUÇÃO é COMPOSTO DO TEMPO DE SET-UP, TEMPO DE PROCESSO, TEMPO DE FILA, TEMPO DE ESPERA E TEMPO OCIOSO”.

(Wahlers e Cox,1994). “No contexto da TOC, uma restrição é definida como sendo qualquer parte do ambiente interno ou externo que afeta a estrutura organizacional impedindo-a de atingir um nível maior de desempenho; um gargalo é definido como sendo algum recurso interno da estrutura que tem capacidade menor que a demanda do mercado”.

Na Usinagem em Células de Manufatura Flexível, o ambiente de competitividade global alavanca a evolução tecnológica dos processos de produção e a procura de informações cada vez mais confiáveis para dar suporte às decisões gerenciais. Este quadro leva o desenvolvimento de trabalhos, com diferentes pontos de partida, moldando a fábrica do futuro, essencialmente conceitual, ainda que mecânica. (Drucker, 1992).

Ser competitivo neste mercado exige estratégias, as mais acertadas, para ajustar custos de acordo com a relação: $\text{Custo} = \text{Preço} - \text{Lucro}$.

A redução de custos e aumento de competitividade, dependem de decisões gerenciais apoiadas em sistemas de informações, preferivelmente informatizados, dinâmicos e de fácil busca. (Ribeiro e Coppini, 1997). É necessário conhecer onde, como e porque estão sendo incorridos os custos.

2. Objetivos

O objetivo principal é propor um modelo de procedimento, com base no estudo de um modelo de otimização validado para um cenário de fabricação flexível, com sistema de custeio baseado em atividades (ABC), (Coppini; Malaquias; Enegep 98). Como uma Ferramenta da Manufatura Enxuta para o gerenciamento e análise da otimização das condições operacionais de usinagem em máquina de geração atual, identificada como restrição, na Célula de Manufatura Flexível. O modelo de procedimento permitirá a Gestão Estratégica da Otimização, o Planejamento e Organização da Produção, atendendo a modernos conceitos de Sistemas de Células de Manufatura Flexível, (TG, JIT, SMED/RETAD) e outros.

3. Desenvolvimento

Gerenciamento em Usinagem. – Proposto para Cenário de Fabricação Flexível

(COPPINI, N., L.; MALAQUIAS, J., C.) – ENEGEP, Niterói, RJ, Setembro/98).

O trabalho validou um modelo de otimização para um cenário de fabricação flexível, com sistema de custeio baseado em atividades (ABC) e máquinas a controle numérico trabalhando com, no mínimo características de semi automação. Definida referência velocidade de mínimo custo limite, a qual permitiu selecionar a velocidade otimizada. Tecnologia de grupo, JIT, Ferramenta Padrão, tempo de troca da ferramenta por lote, tendendo ou iguais à zero, e características de produção flexível, foram adotadas. “No IME, entre (V_{mxp}) e de mínimo custo (V_{mc}), a equipe a que pertence os autores experimentaram modelos matemáticos e de procedimentos, tomando como referência para a velocidade de corte otimizada (V_o) uma ou ambas as velocidades, juntamente com outras restrições do processo. (Coppini e Batocchio, 1993; Coppini e Bernardo, 1995).

Principais princípios da manufatura enxuta: A - Máxima velocidade de operação (Redução de lead-times); B - Mínimo custo operacional; C - Máxima disponibilidade; D - Mínimo estoque (Inventário); E - Máxima qualidade (Zero defeito); F - Mínimo Fluxo; G - Variabilidade alta (Flexibilidade). A validação do modelo proposto pelos autores, permitiu selecionar a velocidade de corte otimizada, ou sua transformada variando dentro do (IME), atendido A e C.

Evidenciar e caracterizar a Ferramenta Padrão, com significativa redução de custos. Flexibilidade “infinita”, após o primeiro SET-UP, atendido B, D, E.

Validar as técnicas de tecnologia de grupo TG, JIT, Ferramenta Padrão (usina lotes maiores que sua vida útil). Ganhos de lead-time e produtividade. $T_{tf} = 0$, atendido A, C, D (estoque em processo), E, G.

Os lotes de peças diferentes, como lote único, viabilizam o planejamento e organização da produção da célula com os conceitos de sistemas flexíveis de manufatura. Atende os itens D, F, G.

O planejamento da Célula de Manufatura Flexível, se adapta a cenários diferentes, com a possibilidade de se trabalhar com o menor custo, face às condições operacionais otimizadas, garantindo a continuidade operacional.

O Modelo de Procedimento proposto neste trabalho (10passos), aplica os princípios Lean ao sistema de manufatura flexível, estabelecendo lógica e seqüência para a aplicação das ferramentas e seu gerenciamento estratégico. (SLACK e BLACK).

1 - Identificar a Célula de Manufatura Flexível.

2 – Diagnóstico do Grau de Enxugamento (Leanness Degree) da Célula de Manufatura Flexível: VSM (Value Stream Mapping- 99/2000); Normas série SAE – J4000 e SAE J4001. (VERGNA, MAESTRELLI, 2005 e LUCATTO et al. 2003).

3 – Identificar a Máquina – Ferramenta Restrição do processo.

4 - Aplicar SMED/RETAD (SHIGEO SHINGO e BLACK), Tempo Máquina: Preparação, Montagem, Corte – Processo, Set-Up.

5 – Otimização do Processo de Usinagem da Máquina – Ferramenta restrição

Tempo de ciclo: - Set – Ups; Tempo de Processo; Tempo de Fila; Tempo de Espera; Tempo Ocioso (Goldratt, 2004). Otimização do processo de usinagem, elemento/tempo máquina (Tempos de Preparação, Montagem, Processo e Set – Ups). “Peças versus Máquinas”, Formulação Matricial e algoritmo ROC. UM (Utilização de Máquinas) = 100%, todas as peças passam por todas as máquinas, para cada agrupamento gerado. Técnica BURBIDGE (Production Flow Analysis – PFA) – Tecnologia de grupo - TG, para Ferramentas Padrão, “Ferramentas versus Peças”, algoritmo ROC. Eficiência do Ferramental de Grupo (EFG). Simular para a situação analisada e verificar os ganhos de SET-UPS, os ganhos de Processos, Outros Ganhos.

6 – Dimensionamento da Máquina – Ferramenta – Restrição do Processo.

7 - Reavaliações do Projeto de layout da Célula de Manufatura Flexível, com base na nova capacidade da Máquina – Ferramenta e/ou Demanda do Mercado.

8 – Balanceamento da célula.

9 - Dimensionamento dos Equipamentos da Célula.

10 – Análise do Desempenho e do “Leanness Degree” da nova Célula de Manufatura Flexível.

4. Resultados

Os resultados obtidos com o modelo de otimização das condições operacionais de usinagem em fabricação flexível proposto e desenvolvido pelos autores, se, comparado com os conceitos da manufatura enxuta, evidencia resultados significativos no atendimento aos seus principais princípios.

Redução do Lead- Time – Variação da velocidade de corte dentro do IME.

Redução de Custos Operacionais – Ferramenta Padrão, conceitos diferenciados de gerenciamento de ferramentas.

Máxima Disponibilidade da Máquina – Ferramenta – Adequação das velocidades de corte, conforme necessidades, visando atender à eventual demanda flexível do mercado.

Redução de Inventários – Maximização do uso da Ferramenta – Padrão e maior produtividade da Máquina – Ferramenta.

Máxima Qualidade – Minimização dos defeitos, com redução dos Sets – Ups, estabilização do processo de usinagem.

Fluxo Mínimo – As otimizações, aumentam a produtividade da Máquina – Ferramenta, reduz lead – time, os tempos de fila, espera e ociosidade, melhora o arranjo físico da célula de manufatura.

Alta Flexibilidade – A validação do modelo pelos autores, muitos lotes de peças diferentes, como lote único, viabiliza a manufatura flexível e ágil no atendimento das necessidades dos clientes na sua busca de inovação e diversidade de produtos.

5. Considerações Finais

Como verificamos o gerenciamento adequado da otimização das condições operacionais de usinagem de Máquinas – Ferramenta de geração atual e identificada como restrição do processo é uma ferramenta imprescindível da manufatura enxuta, com resultados relevantes no aumento da produtividade, qualidade e redução de custos, aumentando a competitividade da empresa.

A consolidação e implementação do modelo proposto neste trabalho de forma estruturada e sistematizada irá garantir a maximização e manutenção dos ganhos operacionais demonstrados, permitindo a utilização de ferramentas alternativas e modernas para a gestão Estratégica da otimização, planejamento e organização da produção em células de manufatura flexível.

Referências Bibliográficas

FLEURY, A. Quality and Productivity in the Competitive Strategies of Brazilian Industrial Enterprises World Development. International Journal of Operations and Production Management. Vol. 23, No.1. .1995.

GOLDRATT, E.M., Synchronous Manufacturing and Theory of constraints. 2004. Acessado em 23/out./2005. http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072506369/student_view0/chapter_17-999/

IMAI M., SEMINÁRIO – GEMBA KAISEN, GESTÃO ESTRATÉGICA PARA O WORLD CLASS PERFORMANCE., KAISEN INSTITUTE USP- POLI- ENG. PROD., SÃO PAULO OUT/2005.

MIYAKE, D. SEMINÁRIO – GEMBA KAISEN, GESTÃO ESTRATÉGICA PARA O WORLD CLASS PERFORMANCE, KAISEN INSTITUTE USP- POLI- ENG. PROD., SÃO PAULO OUT/2005.

WU, Y. C., Lean manufacturing: A perspective of Lean Suppliers, International Journal of Operations and Production Management, Vol.23, No.11, 2003._

YUSUF, Y., Y., ADELEYE, E. A competitive study of learn and agile manufacturing with a related survey of current practices in the UK, International Journal of Production Research, Vol.40, No.17. 2002.

WAHLERS, J.L.; COX III, J.F. . Competitive factors and performance measurement: Applying the theory of constraints to meet customer needs. International Journal of Production Economics, Vol.37. 1994.

VERGNA, MAESTRELLI, 2005 – Avaliação do grau de aderência ao padrão Lean Operation de uma empresa através das normas SAE J4000 e SAE J4001 ; XII Simpósio de Engenharia de Produção – UNESP – BAURU.

LUCATO et al., 2004 – Determinação do grau de Enxugamento de uma Empresa: Uma Proposta Conceitual – IV ENANPAD – Encontro nacional de pesquisa em administração – Curitiba – PUC/PR.

BERNARDO, V., Sistema Especialista para Desenvolvimento das Condições de Usinagem.. São Paulo, SP, EPUSP, 1995. Dissertação de Mestrado.

COPPINI, N., L.; MALAQUIAS, J., C. – Gerenciamento em usinagem – Proposta para Cenário de Fabricação Flexível. ENEGEP - Encontro nacional em gerência de produção - Niterói, RJ, Setembro/98.

COPPINI, N. L. e BATOCCHIO, M. C. A. Sistema especialista para otimização das condições de usinagem. In CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 1993, Madrid, Espanã. *Anais*. Madrid: V4. p.247-251.

RIBEIRO, M. V. & COPPINI, N. L., Applied data base system in optimization of cutting conditions and tool selection. In AMPT'97 Advances in Materials & Processing Technologies, 22 a 26 de Julho de 1997, Guimarães, Portugal. *Anais*. Guimarães: p.465-469.

DRUKER, P.F. Administrando para o futuro: os anos 90 e a virada do século. São Paulo, SP: Pioneira, 4ª Ed. 1992.